

Séminaire ASPROM : VOITURE ELECTRIQUE
Quelles technologies ? Pour quels usages ? Pour quand ?

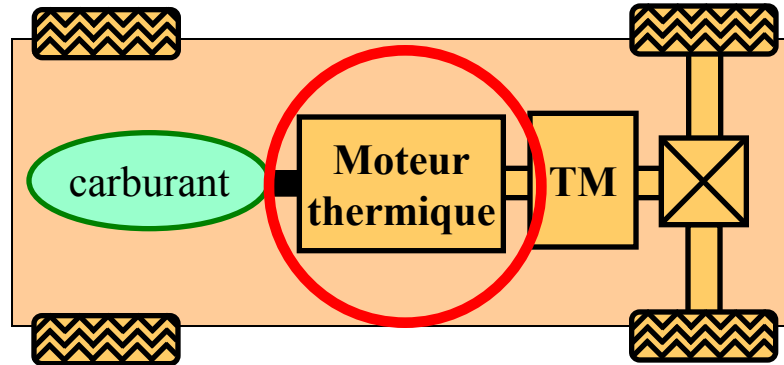
L'hybridation : du concept à la philosophie

Rochdi TRIGUI
Laboratoire Transport et Environnement
Réseau MEGEVH



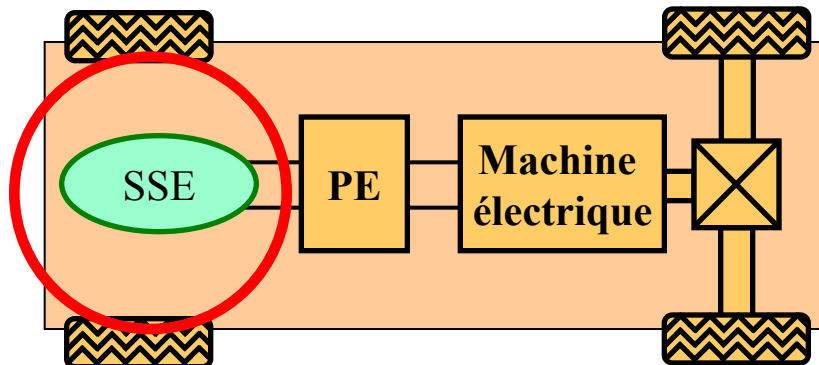
IFSTTAR

Le point de départ



Vehicule thermique:

- pollution
- Faible rendement

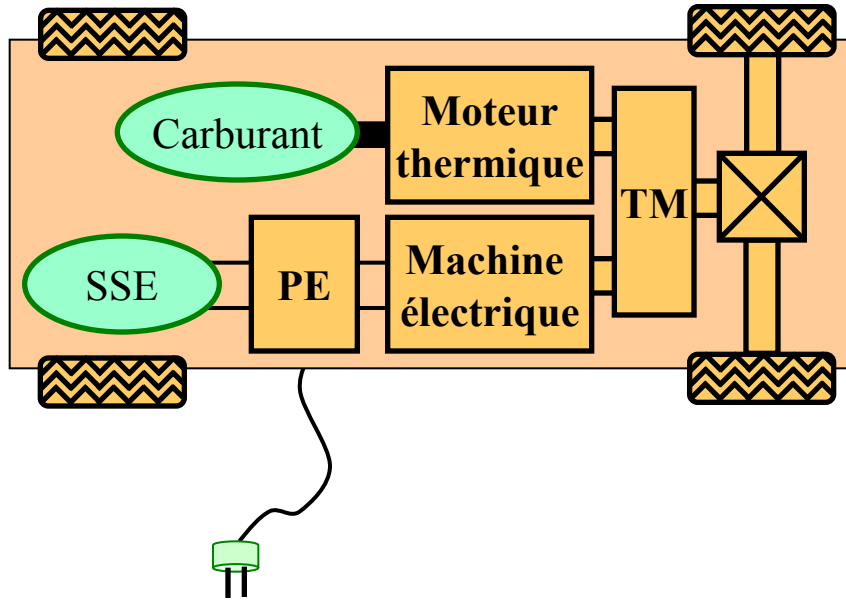


Vehicule Electrique:

- recharge lente
- Faible autonomie



Le véhicule hybride



Avantages des deux technologies

- Efficacité énergétique
- Moins de pollution en ville
- Autonomie
- Possibilité de mode ZEV
- Possibilité de recharge (VHR)

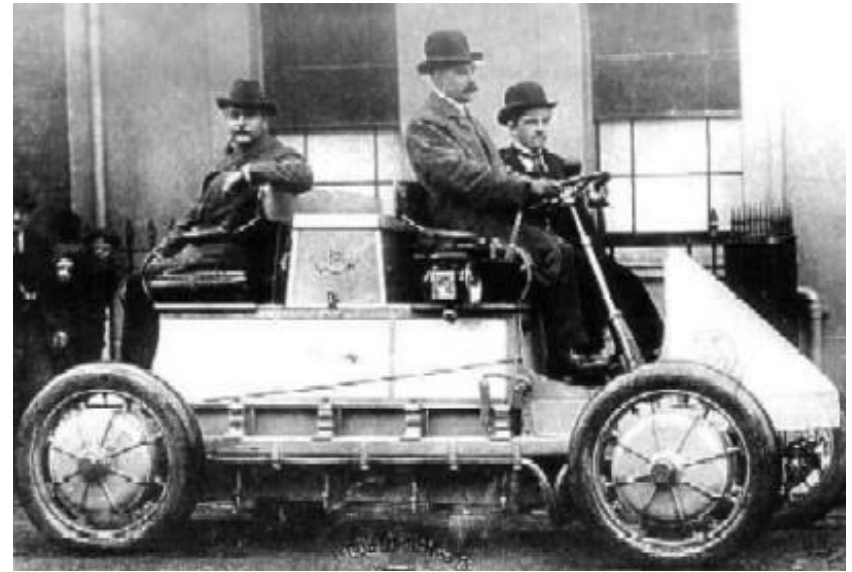
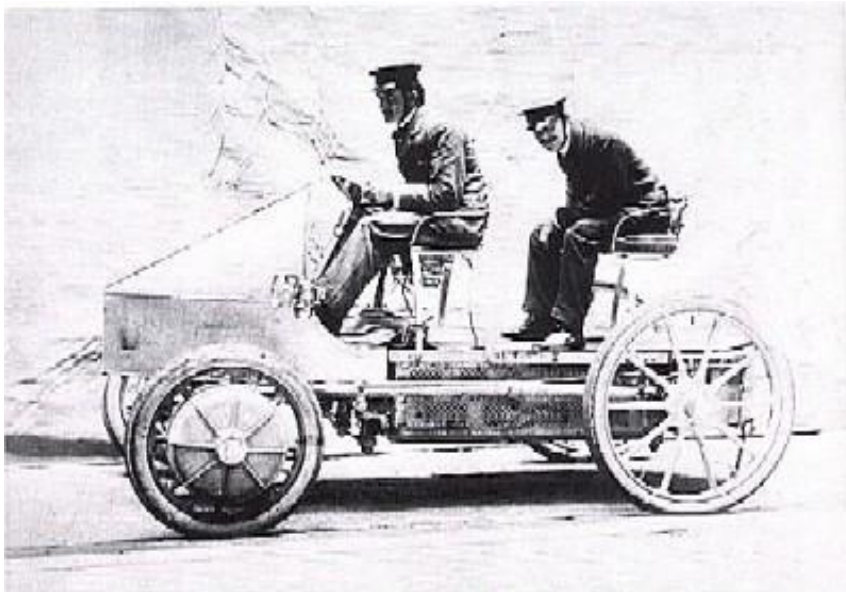
Inconvénients :

- Coût additionnel
- Commande complexe

Nécessité d'optimiser le fonctionnement



L'idée n'est pas récente

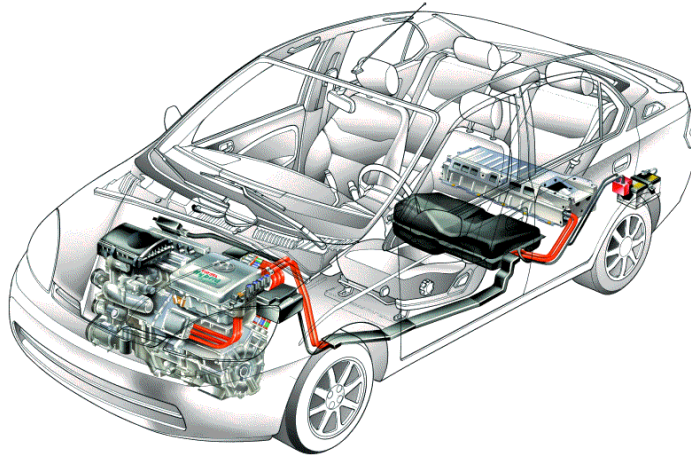


En 1898 en Autriche Ferdinand Porsche réalise les premiers véhicules hybrides électriques (architecture série)



La Prius de Toyota

la référence incontournable



Depuis 1997, « Full hybrid »

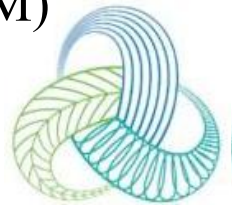
4 modèles :

- Prius 1997, 2001 (I)
- Prius 2003 (II)
- Prius 2008 (III)
- Prius rechargeable (2012) en essai à Strasbourg



Motorisation hybride série-parallèle (à dérivation de puissance)

- * Moteur essence à haut rendement
- * Batterie NiMh (~ 1kWh)
- * 2 moteurs électriques (SPM)



Depuis, la liste s'allonge



[Audi Q5 Hybrid Quattro](#)

[Toyota Auris](#)

[Honda Insight](#)

[Honda Civic Hybrid](#)

[Honda CR-Z Hybrid](#)

[Lexus RX450H](#)

[Lexus GS450H](#)

[Lexus LS600H](#)

[Lexus CT200H](#)

[Mercedes S 400 Hybrid](#)

[BMW ActiveHybrid 7](#)

[BMW ActiveHybrid X6](#)

[Cadillac Escalade Hybrid](#)

[Infiniti M35 Hybrid](#)

[Porsche Cayenne S Hybrid](#)

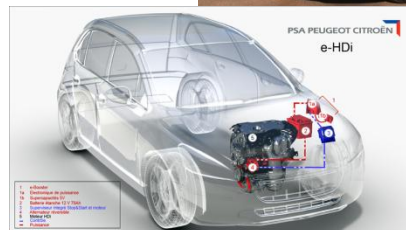
[Volkswagen Touareg Hybrid](#)

...

Source :

<http://www.alternativesecologiques.net/voitures-hybrides/>

Les françaises :
Les e-HDI



Le 3008 Hybrid4



Bus et Poids lourds hybrides déjà en exploitation

Hybride GRUAU
À Laval



<http://www.metro-pole.net/actu/article1094.html>

Hybride MAN
À Paris



Hybride Solari
A Strasbourg



Hybride Heuliez
À Poitiers

Volvo



Camion Urbain
- livraison
- BOM

Renault Trucks

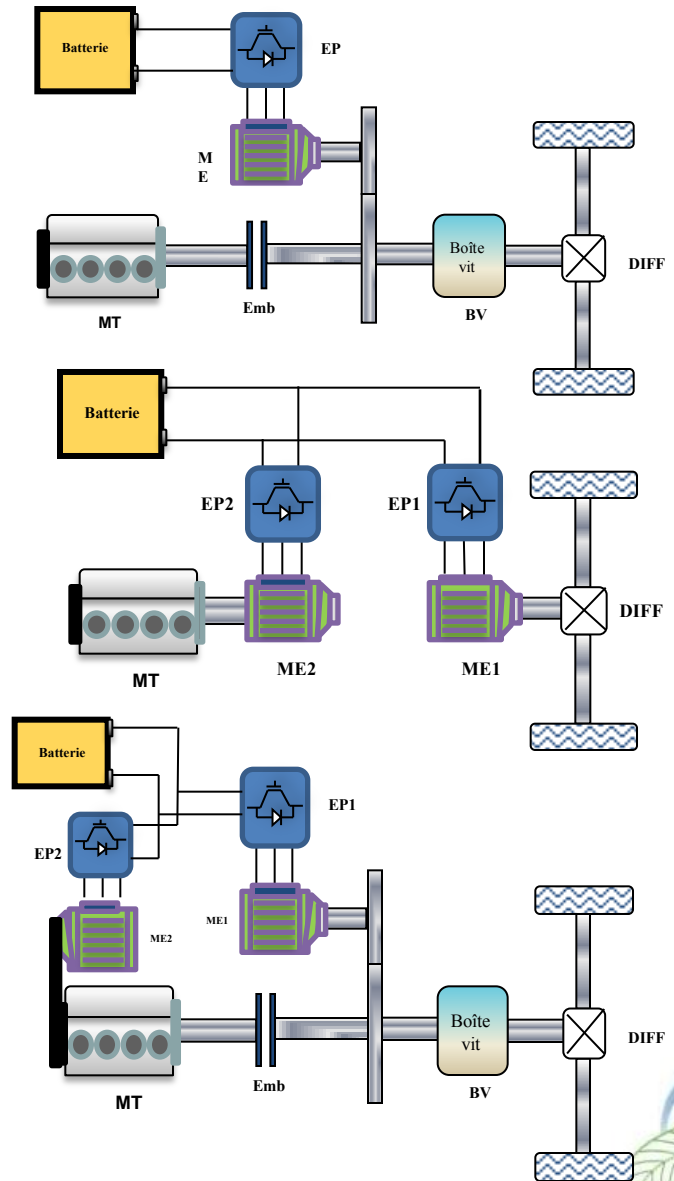
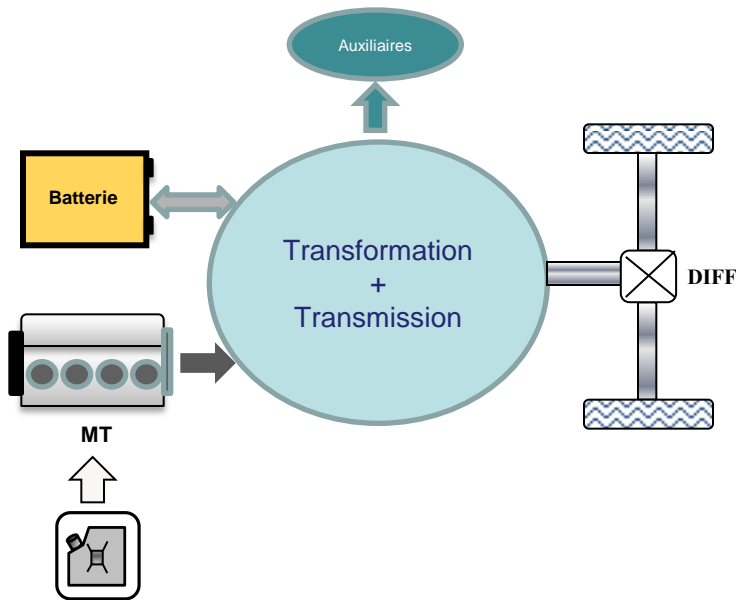


<http://corporate.renault-trucks.com/fr/les-communicues/les-premiers-camions-hybrides-de-norbert-dentressangle-livres-par-renault.html>

<http://www.volvotrucks.com/trucks/global/en-gb/trucks/new-trucks/Pages/volvo-fe-hybrid.aspx>



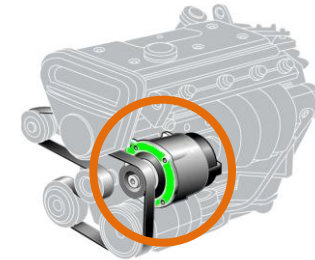
Les véhicules hybrides topologies



Niveaux d'hybridations

Micro-hybrid :

Le moteur électrique sert à démarrer le moteur thermique après chaque arrêt (fonction stop & start). Il peut aussi faire de la récupération au freinage.



PSA
Audi
BMW
Mercedes
Toyota
...

Honda
Insight
101 gCO₂/km



Mild-hybrid :

En plus des fonctions précédentes, le moteur électrique assiste le moteur thermique dans des phases d'accélération (fonction boost)

Full-hybrid :

Le moteur électrique est également capable d'assurer seul la propulsion du véhicule (mode tout électrique ou ZEV).
ZEV = Zero Emission Vehicle

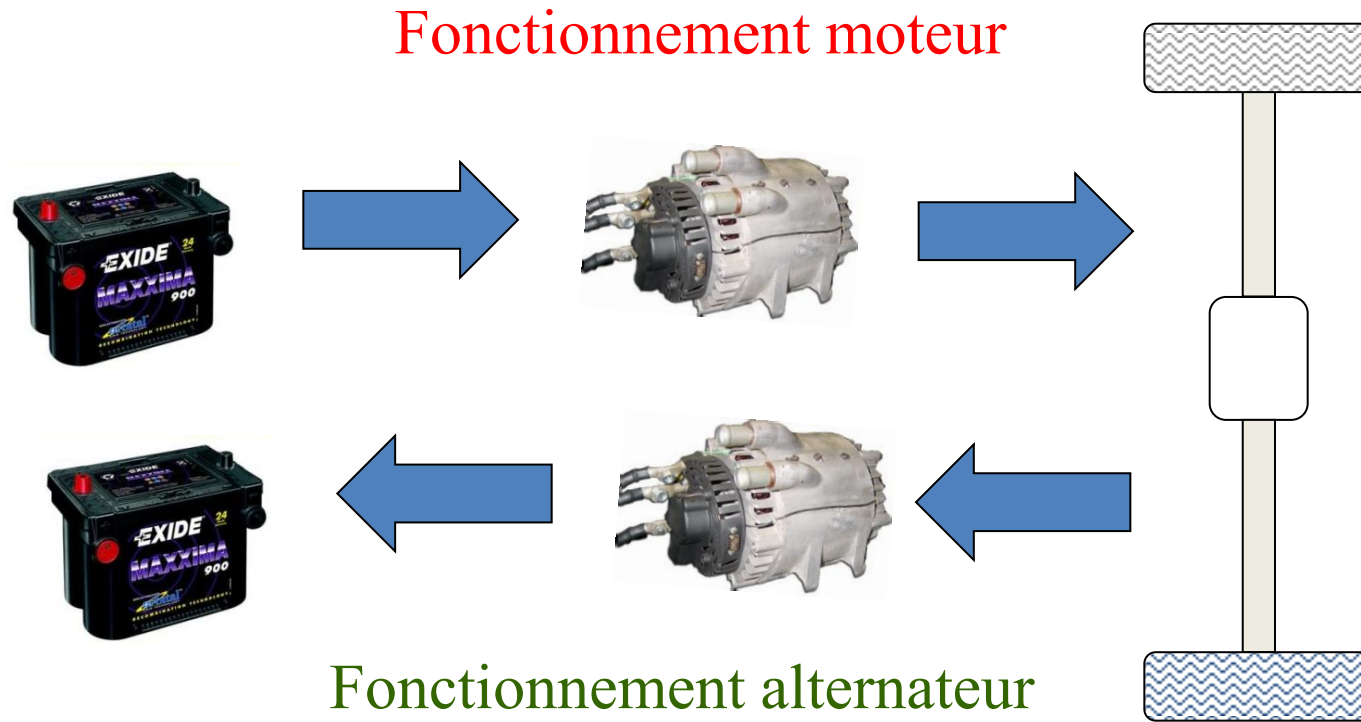


Toyota Prius III
90 g CO₂/km



Le freinage électrique

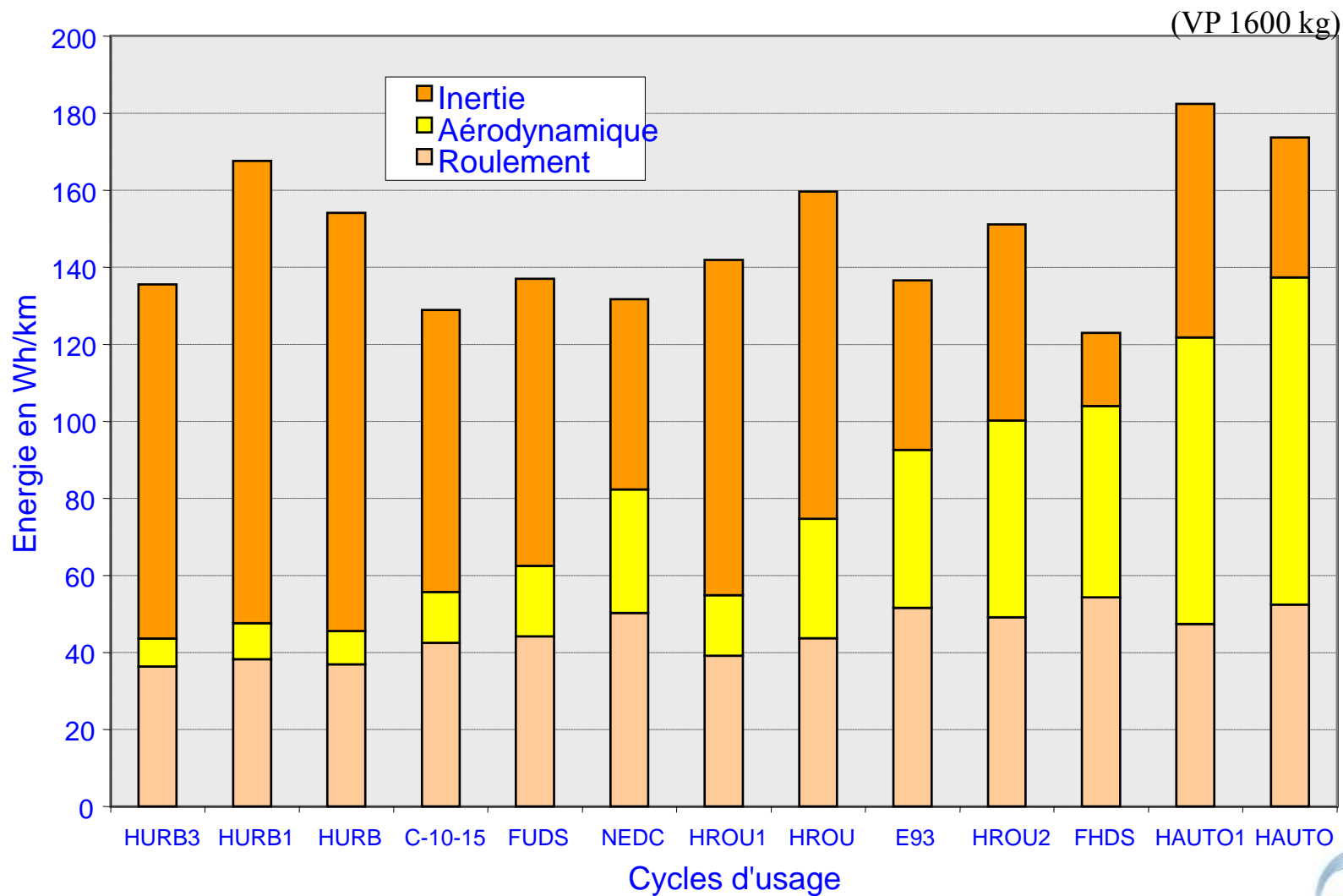
Transformation de l'énergie cinétique en énergie électrique



$$E_c = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow \text{Un véhicule 1 tonne à 83 km/h dispose de 75 Wh}$$

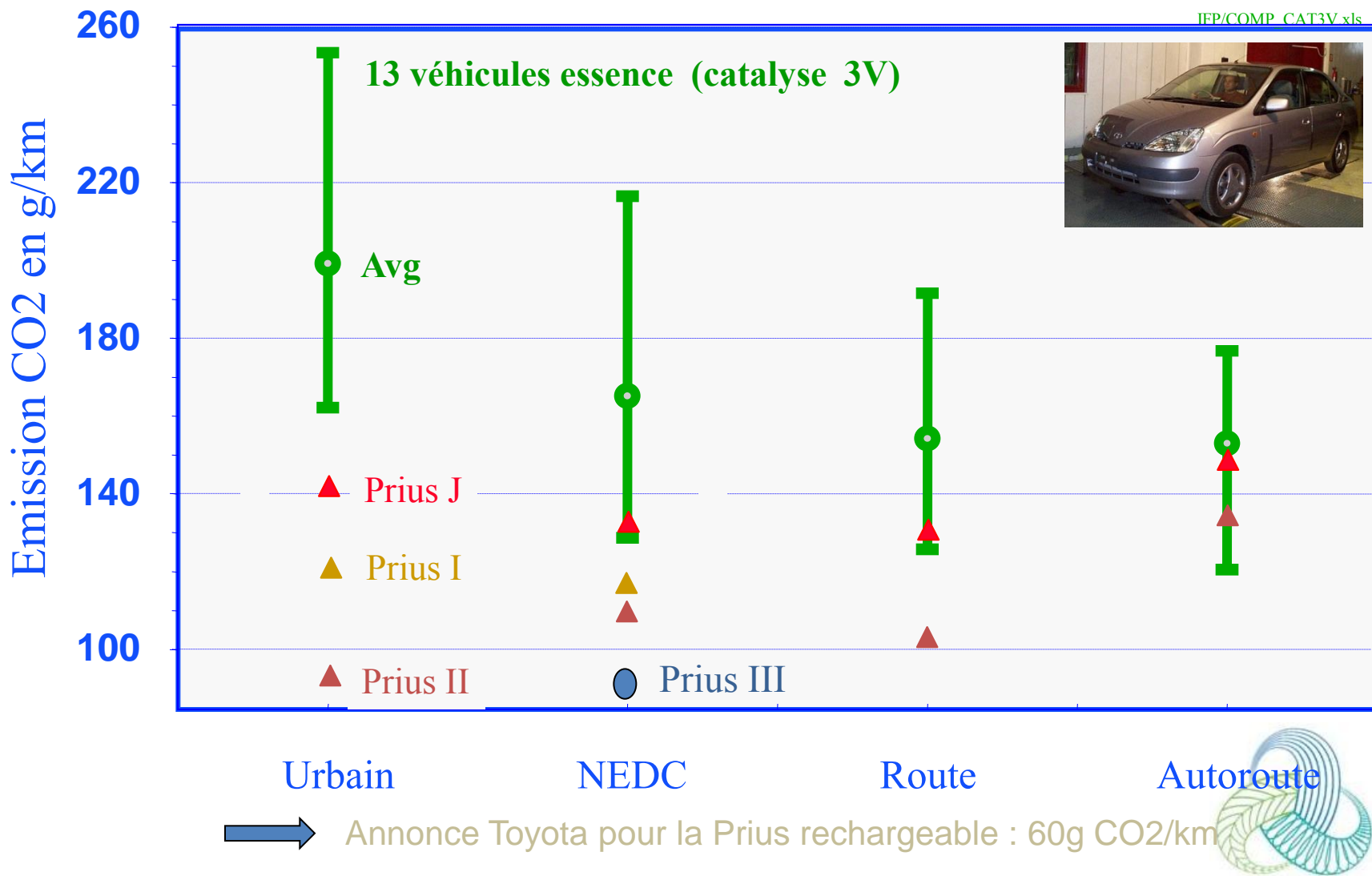


Répartition des énergies mises en jeu

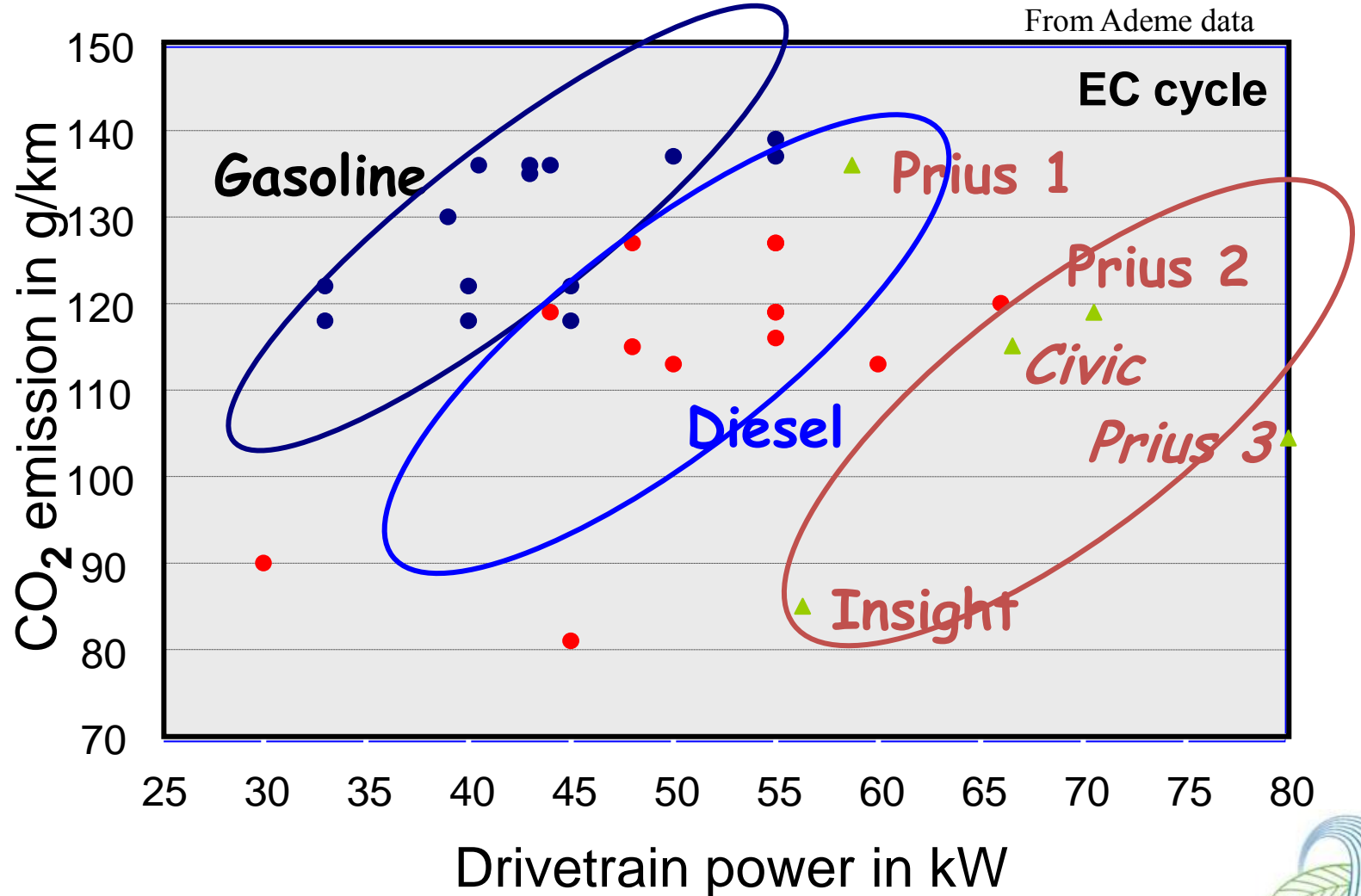


Emission de CO2 selon l'usage. Positionnement de la Prius selon sa version

IFP/COMP_CAT3V.xls

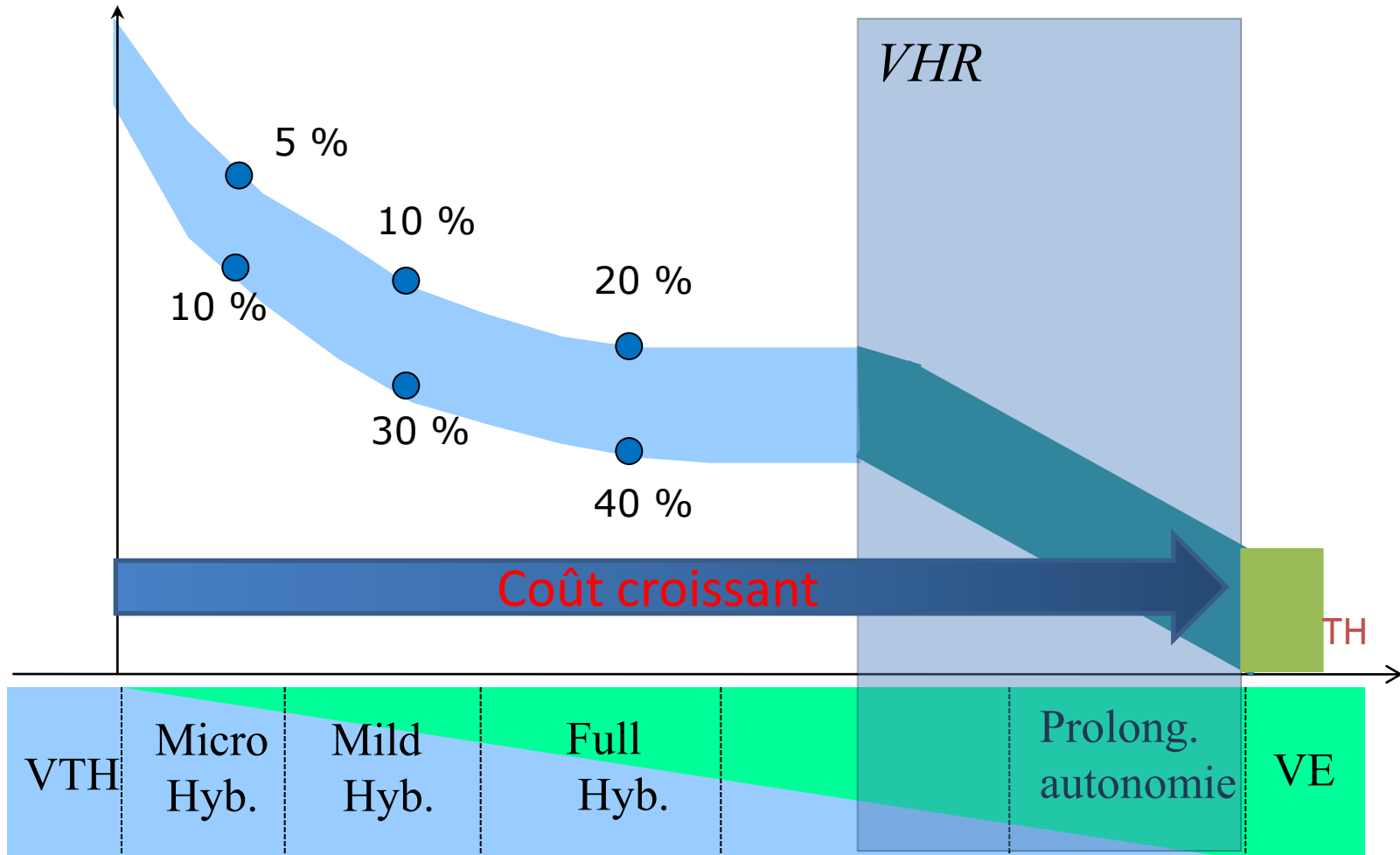


Emission comparative de CO2

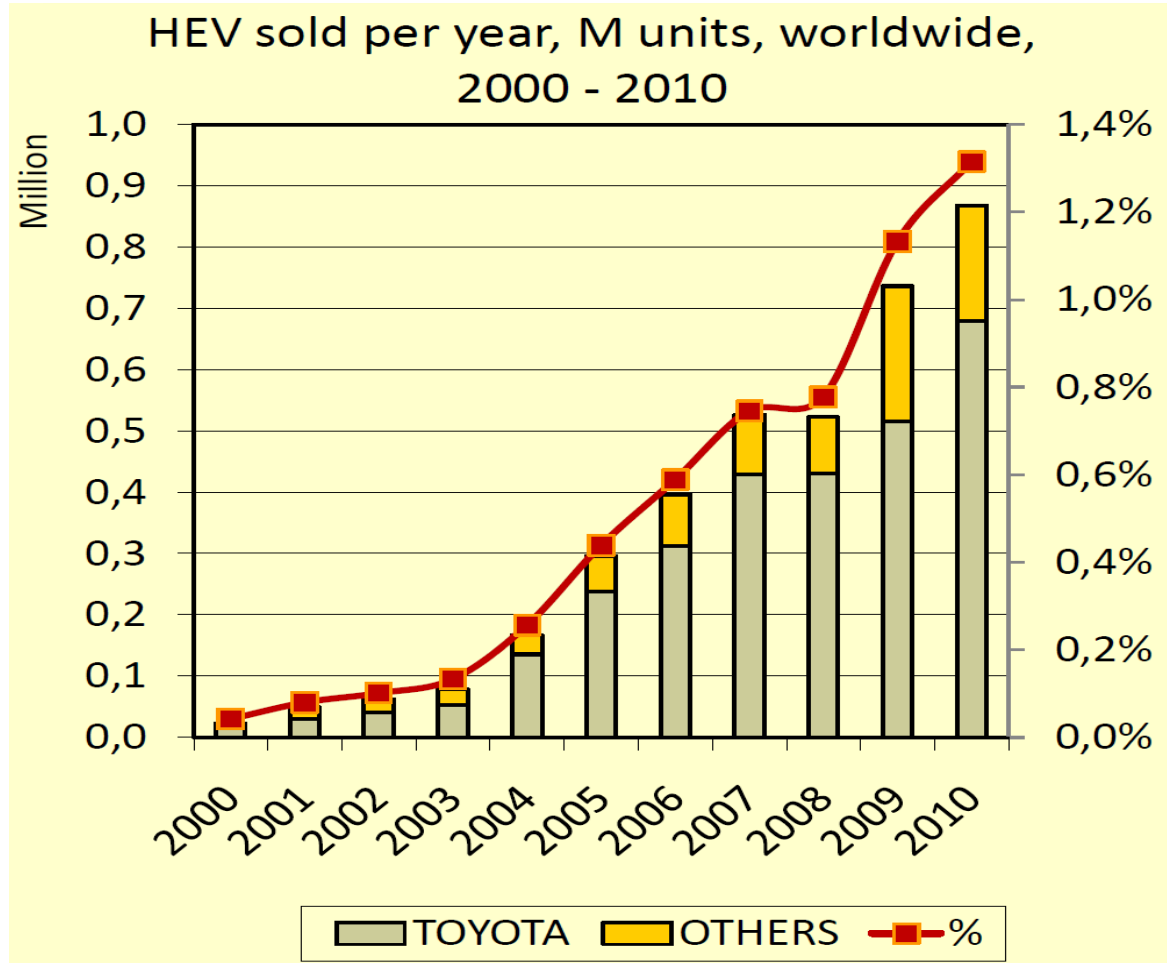


Taux d'hybridation et gains de CO2

Emission de CO2 en utilisation



Ventes des véhicules hybrides dans le monde



Sources :
<http://www.avicene.com>



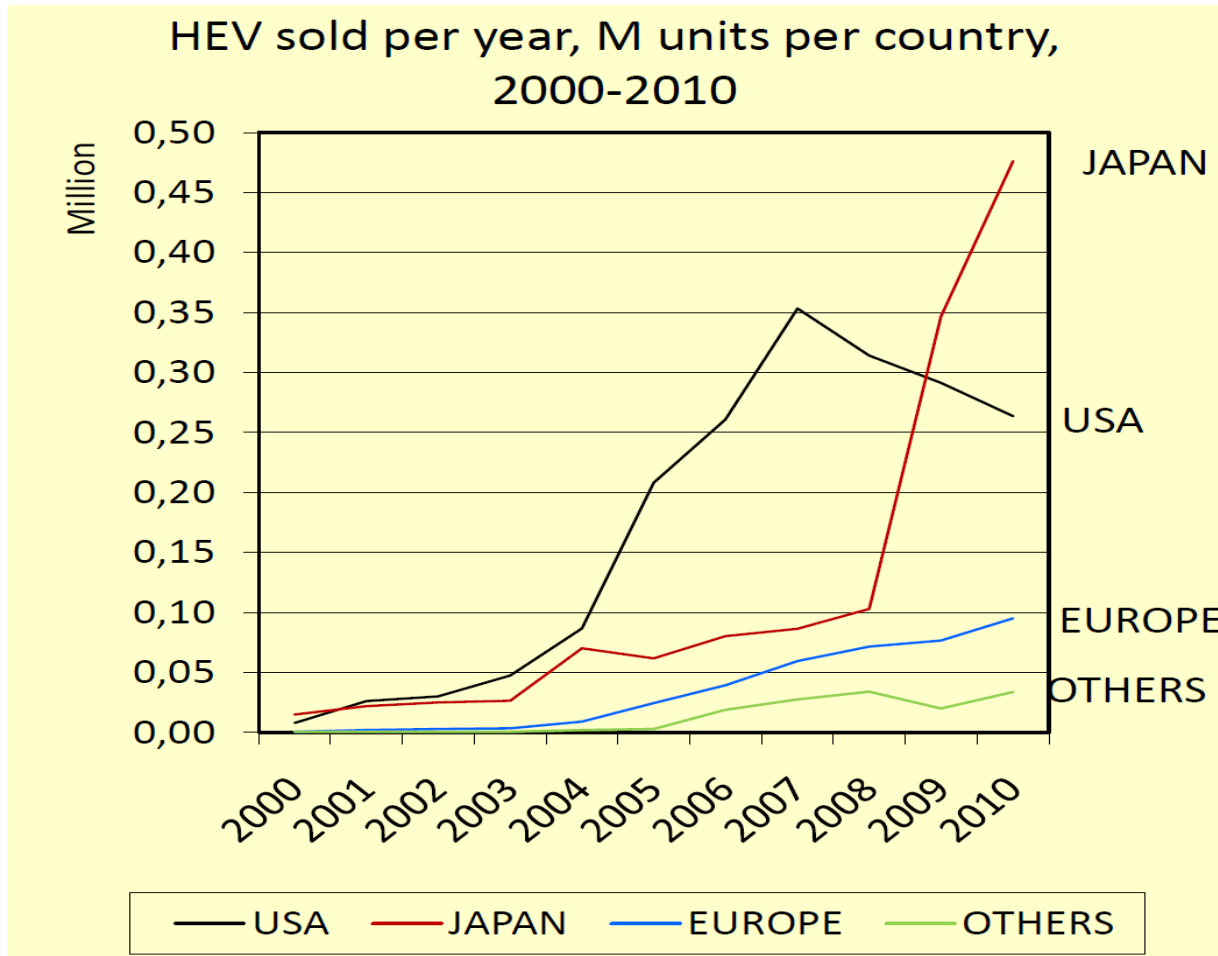
Ventes des VHs en 2010 selon les pays

	Overall Car Sales (est.)	Hybrid Car Sales (est.)	Hybrid % of Overall
USA	11,640,000	291,000	2.5%
Japan	4,472,700	492,000	11%
Europe	15,715,000	110,000	0.7%
Other	12,870,000	90,400	0.7%
TOTAL Worldwide	44,700,000	983,400	2.2%

sources : <http://www.all-electric-vehicles.com/hybrid-car-statistics.html>



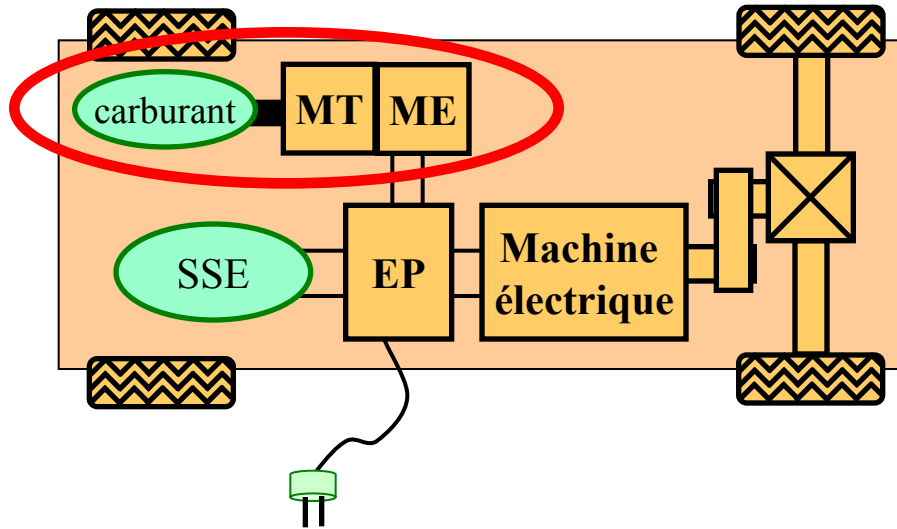
Evolution des ventes selon le pays



Sources :
<http://www.avicene.com>



Prochaine étape : le véhicule hybride rechargeable

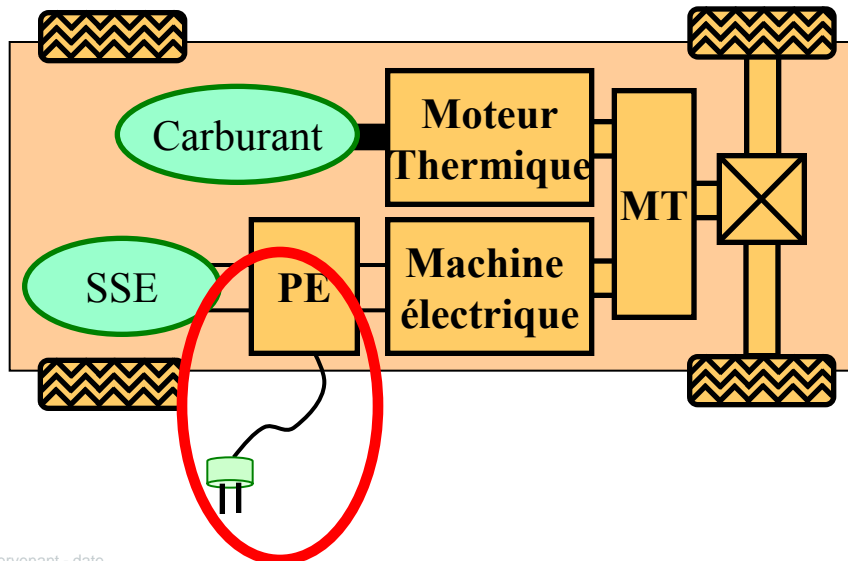


VE à prolongateur D'autonomie

- SSE haute énergie (>10 kWh)
- + GE pour autonomie
- Hybride série
- usage plutôt urbain



<http://www.chevrolet.fr>



VHR :

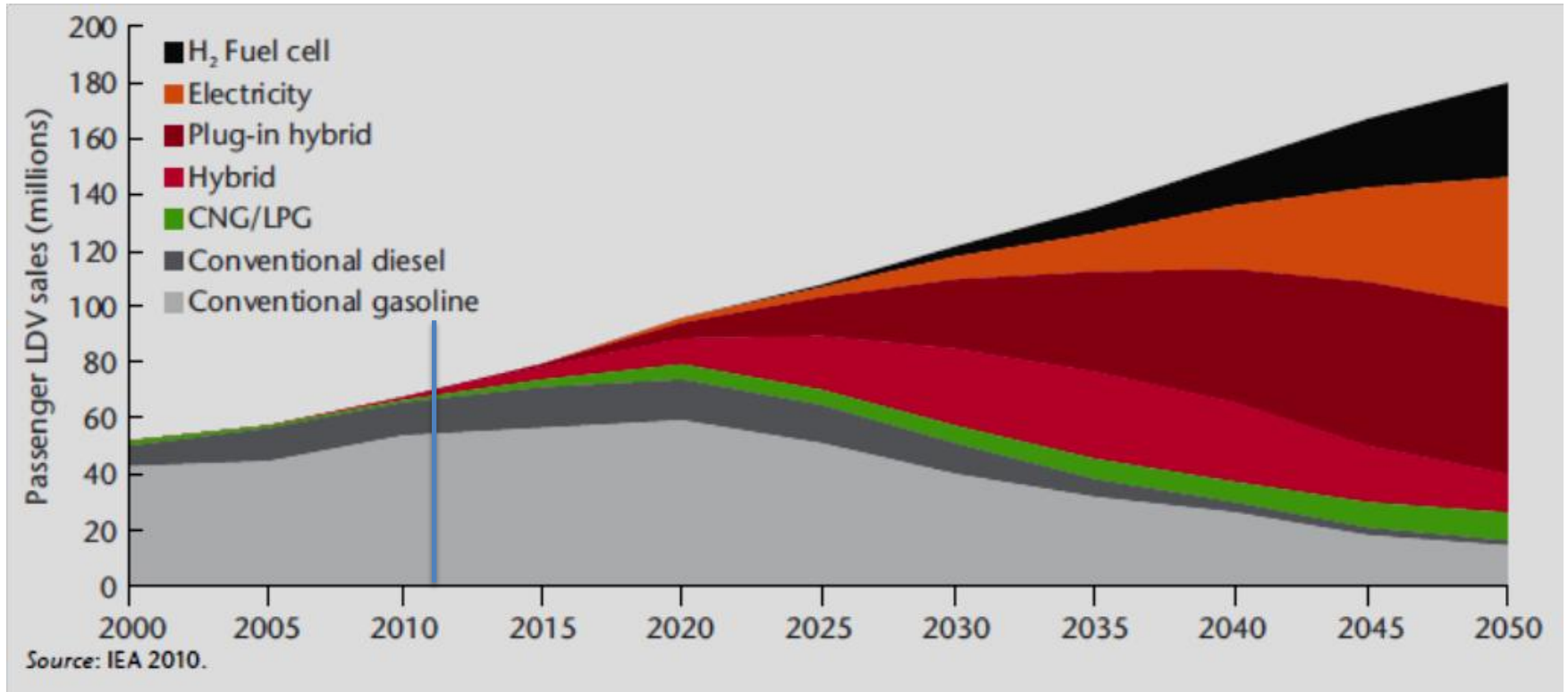
- SSE moyenne énergie (< 5 kWh ~ 20 km)
- VHP + chargeur
- Usage mixte



<http://www.toyota.com/>



Prévision des ventes dans le monde à long terme



Conclusion : philosophie d'hybridation

□ $1+1>2$: tirer la meilleure partie de chaque constituant

□ Sobriété + autonomie = voiture polyvalente

□ Hybridation avec d'autre type de carburant (GNV, Biocarburant ...)

□ Les véhicules à PAC seront aussi hybrides

□ Hybridation du système de stockage pour le VE

- Battery (energy)

- Supercondensateur (puissance)



Les défis restants à relever

- ❑ Amélioration du bilan économique
- ❑ Amélioration et fiabilisation des composants, spécialement les éléments de stockage
- ❑ Gestion de l'énergie multi-sources et multi-critères : utilisation des NTIC
- ❑ Dimensionnement optimal tenant compte des contraintes sur les éléments de stockage (durée de vie)
- ❑ Etude plus globale du bilan écologique (ACV)



Merci pour votre attention



Méthode de calcul de la consommation de carburant à Ah constant

